

Características do Solo e sua Interação com as Plantas 2

Leonardo Tullio
(Organizador)



Atena
Editora
Ano 2019

Leonardo Tullio
(Organizador)

Características do Solo e sua Interação com as Plantas

2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
C257	Características do solo e sua interação com as plantas 2 [recurso eletrônico] / Organizador Leonardo Tullio. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Características do Solo e sua Interação com as Plantas; v. 2) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-717-8 DOI 10.22533/at.ed.178191710 1. Ciência do solo. 2. Solos e nutrição de plantas. 3. Solos – Pesquisa – Brasil. I. Tullio, Leonardo. II. Série. CDD 625.7
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A produtividade de uma cultura é reflexo de sua nutrição, plantas bem nutridas suportam fatores externos indesejáveis, como o ataque de pragas e doenças.

É através do solo que a planta consegue suprir suas necessidades, podendo também ser através de suprimentos extras aplicado pelo homem. Neste contexto, conhecer as interações entre solo e plantas é primordial para a produção sustentável.

O manejo adequado do solo contribui significativamente para a planta, sendo o solo o principal agente de interação onde ocorrem uma diversidade de reações que melhoram a sustentabilidade do sistema.

Os elementos químicos que afetam a nutrição das plantas passam por diversas etapas, sendo elas: o contato do nutriente com as raízes, transporte, redistribuição e metabolismo das plantas, assim qualquer interação pode refletir em condições favoráveis para as plantas.

Neste segundo volume encontra-se reunidos os mais diversos trabalhos na área, sendo gerado conhecimento e resposta dessas interações. São ao todo 24 artigos de várias regiões e as mais variadas metodologias de análise, testando e verificando os benefícios da relação solo/planta.

Espero que esses resultados sejam muito úteis e proveitosos em discussões aprofundadas na área da agricultura.

Leonardo Tullio

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
AGREGAÇÃO DO SOLO E ATRIBUTOS QUÍMICOS EM ÁREAS COM DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS	
Nivaldo Schultz Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto Sandra de Santana Lima Melania Merlo Ziviani Shirlei Almeida Assunção Marcos Gervasio Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.1781917101	
CAPÍTULO 2	13
ATRIBUTOS DO SOLO CONDICIONANTES DO PROCESSO EROSIVO	
Carlos Roberto Pinheiro Junior Nivaldo Schultz Marcos Gervasio Pereira Wilk Sampaio de Almeida João Henrique Gaia-Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.1781917102	
CAPÍTULO 3	25
CARACTERIZAÇÃO DOS SOLOS E LIMITAÇÕES DE USO EM UMA TOPOSSEQUÊNCIA NA BAIXADA LITORÂNEA FLUMINENSE, RJ	
Carlos Roberto Pinheiro Junior Marcos Gervasio Pereira Eduardo Carvalho da Silva Neto Ademir Fontana Otavio Augusto Queiroz dos Santos Renato Sinquini de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.1781917103	
CAPÍTULO 4	38
CONSERVAÇÃO DO SOLO EM ASSENTAMENTO DE REFORMA AGRÁRIA VISANDO A RECOMPOSIÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE	
Flávia Lima Moreira Carlos Alberto Casali Anna Flávia Neri de Almeida Elisandra Pocogeski Bruna Schneider Guimarães Graciele Ferreira da Rosa Isabela Araújo Peppe Amanda Cristina Beal Acosta Letícia de Alcântara Dores Kauê de Oliveira Guatura André Francisco Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.1781917104	
CAPÍTULO 5	46
PROCESSOS EROSIVOS NA REGIÃO DO MÉDIO VALE PARAÍBA, RIO DE JANEIRO	
João Henrique Gaia-Gomes	

Marcos Gervasio Pereira
Carlos Roberto Pinheiro Junior
DOI 10.22533/at.ed.1781917105

CAPÍTULO 6 59

DIA DE CAMPO SOBRE MANEJO DE SOLO PARA CAPACITAÇÃO DE ESTUDANTES DE AGRONOMIA EM EXTENSÃO RURAL

Bruna Schneider Guimarães
Carlos Alberto Casali
André Francisco Ferreira
Raquel da Silva Bartolomeu
Bruna Larissa Feix
Matheus Plucinski Nardi
Graciele Ferreira da Rosa
Isabella Araújo Peppe
Amanda Cristina Beal Acosta
Leticia de Alcântara Dôres
Flávia Lima Moreira

DOI 10.22533/at.ed.1781917106

CAPÍTULO 7 67

QUALIDADE DE FORMAÇÃO DO TORRÃO DE MUDAS DE RÚCULA EM FUNÇÃO DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS PROVENIENTE DA COMPOSTAGEM DE GLICERINA BRUTA ASSOCIADA À RESÍDUOS ORGÂNICOS DE PRODUÇÃO DE SUÍNOS

Estela Mariani Klein
Francielly Torres dos Santos
Thainá Raiana Andreis Blauth
Jaqueline dos Santos Gonçalves Poder
Natália Lucyk Calory
Jonathan Dieter

DOI 10.22533/at.ed.1781917107

CAPÍTULO 8 71

PARÂMETROS FITOMÉTRICOS DE MUDAS DE RÚCULA EM FUNÇÃO DOS SUBSTRATOS ORGÂNICOS PROVENIENTE DA COMPOSTAGEM DE GLICERINA BRUTA ASSOCIADA À RESÍDUOS ORGÂNICOS DE PRODUÇÃO DE SUÍNOS

Estela Mariani Klein
Francielly Torres dos Santos
Thainá Raiana Andreis Blauth
Luana Cristina de Souza Garcia
Jonathan Dieter

DOI 10.22533/at.ed.1781917108

CAPÍTULO 9 75

INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO E DA TEMPERATURA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Tamarindus indica* L

Alcilene Batista de Camargo
Juliana Garlet
Laura Araujo Sanches

DOI 10.22533/at.ed.1781917109

CAPÍTULO 10 84

SUBSTRATOS A BASE DE RESÍDUOS DO BENEFICIAMENTO DA ERVA-MATE NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Jacaranda micrantha Cham*

Monica Lilian Rosseto

Juliana Garlet

DOI 10.22533/at.ed.17819171010

CAPÍTULO 11 92

USO DE BIODÉTRITO COMO SUBSTRATO PARA PRODUÇÃO DE PORTA-ENXERTO DE SERINGUEIRA (*Hevea Spp.*)

Douglath Alves Corrêa Fernandes

Marcos Gervasio Pereira

Anderson Ribeiro Diniz

Joel Quintino de Oliveira Junior

Sidinei Julio Beutler

Ana Carolina de Oliveira Souza

DOI 10.22533/at.ed.17819171011

CAPÍTULO 12 106

VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DA *Senna occidentalis* (L.) LINK EM DIFERENTES SUBSTRATOS

Rose Benedita Rodrigues Trindade

Sidnei Azevedo de Souza

Maria do Carmo Vieira

DOI 10.22533/at.ed.17819171012

CAPÍTULO 13 111

SINTOMATOLOGIA DE DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES E FERRO E SEUS EFEITOS NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE MASSA SECA EM MUDAS DE IPÊ AMARELO *Tabebuia serratifolia* CULTIVADAS EM SOLUÇÃO NUTRITIVA

Ricardo Falesi Palha de Moraes Bittencourt

Italo Marlone Gomes Sampaio

Erika da Silva Chagas

Vivian Christine Nascimento Costa

Gabriel Anderson Martins dos Santos

Alyam Dias Coelho

Stefany Priscila Reis Figueiredo

Hozano de Souza Lemos Neto

Mário Lopes da Silva Júnior

DOI 10.22533/at.ed.17819171013

CAPÍTULO 14 119

ADUBOS VERDES ANTECEDENDO A CULTURA DO MILHO COM O USO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA

Alexandre Daniel de Souza Junior

Andreza Cássia de Sousa Moura

Diogo Motta Arruda

Eduardo Raphael Pimentel

Leonardo Mota Seibel

Mário de Cézare

Rodrigo Merighi Bega

DOI 10.22533/at.ed.17819171014

CAPÍTULO 15 130

HÁ AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DA SOJA E RENTABILIDADE NA ASSOCIAÇÃO ENTRE ADUBAÇÃO NITROGENADA NA "SEMEADURA" E INOCULAÇÃO COM *Bradyrhizobium*?

Higo Forlan Amaral
Walace Galbiati Lucas

DOI 10.22533/at.ed.17819171015

CAPÍTULO 16 139

DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM MILHO SOB NÍVEIS DE POTÁSSIO

Dargonielsin de Andrade Milhomem
Weder Ferreira dos Santos
Lucas Carneiro Maciel
Osvaldo José Ferreira Junior
Eduardo Tranqueira da Silva
Elias Cunha de Faria
Saulo Lopes Fonseca
Débora Rodrigues Coelho
Geisiane Silva Cobas

DOI 10.22533/at.ed.17819171016

CAPÍTULO 17 148

DESENVOLVIMENTO DE SORGO FORRAGEIRO EM TIPOS E COMBINAÇÕES DE ADUBOS FOSFATADOS EM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO

Thaynara Garcez da Silva
Antonio Nolla
Adriely Vechiato Bordin
Suzana Zavilenski Fogaça
Janyeli Dorini Silva de Freitas
Claudinei Minhano Gazola Júnior
Luiz Felipe Vasconcelos de Paula

DOI 10.22533/at.ed.17819171017

CAPÍTULO 18 158

Annona crassiflora POSSUI ATIVIDADE INSETICIDA SOBRE OS OVOS DE LEPIDÓPTEROS-PRAGA?

Jéssica Terilli Lucchetta
Nahara Gabriela Piñeyro Ferreira
Débora Lopez Alves
Antônio de Souza Silva
Alessandra Fequetia Freitas
Fabricio Fagundes Pereira
Carlos Reinier Garcia Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.17819171018

CAPÍTULO 19 166

REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) AO NEMATOIDE DAS LESÕES RADICULARES (*Pratylenchus brachyurus*)

Fernando Ferreira Batista
Thiago Patente Santana
Isabella Torres Lino de Sousa
Arthur Franco Teodoro Duarte

DOI 10.22533/at.ed.17819171019

CAPÍTULO 20	170
TRITERPENÓIDES DA FRAÇÃO HEXÂNICA DOS GALHOS DE <i>Platonia Insignis</i> Mart. (Clusiaceae)	
Rodrigo de Araujo Moreira Andreia Giovana Aragão da Silva Renato Pinto de Sousa Sâmya Danielle Lima de Freitas Mariana Helena Chaves	
DOI 10.22533/at.ed.17819171020	
CAPÍTULO 21	182
ECOFISIOLOGIA DE LAVOURAS CACUEIRAS NA REGIÃO DO XINGU: ESTUDO DE CASO EM MEDICILÂNIA/PA	
Jonatas Monteiro Guimarães Cruz Fabrício Menezes Ramos Luís Carlos Nunes Carvalho Possidônio Guimarães Rodrigues Patrícia Chaves de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.17819171021	
CAPÍTULO 22	197
EFEITO DE MALHAS COLORIDAS E POLÍMERO HIDROABSORVENTE NO TEOR DE CLOROFILAS EM PLANTAS MELANCIA	
Breno de Jesus Pereira Gustavo Araújo Rodrigues Fredson dos Santos Menezes	
DOI 10.22533/at.ed.17819171022	
CAPÍTULO 23	204
CARACTERIZAÇÃO DE CLONES DE BATATA-DOCE MANTIDOS NO BANCO DE GERMOPLASMA DA EMBRAPA HORTALIÇAS	
Rosa Maria de Deus de Sousa Geovani Bernardo Amaro José Ricardo Peixoto Michelle Sousa Vilela Paula Andreia Osorio Carmona Karim Marini Thomé Iriane Rodrigues Maldonade	
DOI 10.22533/at.ed.17819171023	
CAPÍTULO 24	216
DETERMINAÇÃO DE AMINOÁCIDOS E ASPECTOS NUTRICIONAIS EM SOJA TRANSGÊNICA EXPOSTA AO GLIFOSATO	
André Luiz de Souza Lacerda Cristiane Gonçalves de Mendonça Cristiane Regina Bueno Aguirre Ramos Daiana Schmidt Salette Aparecida Gaziola Ricardo Antunes Azevedo João Nicanildo Bastos dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.17819171024	

SOBRE O ORGANIZADOR.....226

ÍNDICE REMISSIVO227

AGREGAÇÃO DO SOLO E ATRIBUTOS QUÍMICOS EM ÁREAS COM DIFERENTES COBERTURAS VEGETAIS

Nivaldo Schultz

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ

Luiz Alberto da Silva Rodrigues Pinto

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ

Sandra de Santana Lima

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ

Melania Merlo Ziviani

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ

Shirlei Almeida Assunção

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ

Marcos Gervasio Pereira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Seropédica – RJ

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da vegetação arbórea e de gramíneas nas vias de formação e estabilidade dos agregados do solo, bem como nos atributos químicos e nas frações de carbono orgânico de agregados fisiogênicos e biogênicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico. Foram selecionadas 4 áreas na projeção das copas de diferentes espécies arbóreas e 4 áreas sob espécies distintas da família *Poaceae*. As amostras foram coletadas nas

camadas de 0-5 e 5-10 cm, e a fração dessas amostras retida entre as peneiras de 9,7 e 8,0 mm foi utilizada para fazer a avaliação dos agregados. Os agregados foram classificados em biogênicos e fisiogênicos e posteriormente avaliados quanto à estabilidade, formas de carbono orgânico e atributos químicos. Os agregados do solo apresentaram diferenças em função das coberturas vegetais, sendo verificado predomínio de agregados biogênicos nas áreas das espécies arbóreas, sendo que nesses foram quantificados os maiores valores de carbono orgânico total, com predominância de material de maior labilidade em comparação aos agregados fisiogênicos. Os agregados biogênicos, principalmente os provenientes das áreas sob espécies arbóreas, favorecem maior proteção e estabilização do carbono, assim como funcionam como potenciais reservatórios de nutrientes.

PALAVRAS-CHAVE: Estrutura do solo, solos de parques e jardins, agregados biogênicos

SOIL AGGREGATION AND CHEMICAL ATTRIBUTES IN AREAS WITH DIFFERENT VEGETATION COVER

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the influence of tree and grass vegetation on soil formation pathways and stability aggregate, as well as on the chemical attributes and

organic carbon fractions of physiogenic and biogenic aggregates of a Ultisols. Four areas were selected in the projection of the crowns of the different tree species and four areas under different species of the *Poaceae* family. The samples were collected in the 0.00-0.05 and 0.05-0.10 m layers, and the fraction of these samples retained between 9.7 and 8.0 mm sieves was used to evaluate the aggregates. The aggregates were classified as biogenic and physiogenic and subsequently evaluated for stability, organic carbon forms and chemical attributes. Soil aggregates showed differences as a function of vegetation cover, with a predominance of biogenic aggregates in the areas of tree species, where the highest total organic carbon values were quantified, with predominance of higher lability material compared to physiogenic aggregates. Biogenic aggregates, especially those from areas under tree species, proportion greater carbon protection and stabilization, as well as function as potential nutrient reservoirs.

KEYWORDS: Soil structure, park and garden soils, biogenic aggregates

1 | INTRODUÇÃO

As áreas verdes em centros urbanos são fundamentais no contexto paisagístico e sociocultural, proporcionando a aproximação de pessoas dos mais diversos setores da sociedade com a natureza. Esta função é apenas uma dos benefícios proporcionados ao cotidiano urbano, uma vez que possuem papel fundamental na retenção de grande parte da água das chuvas que cai sobre os ambientes urbanos, minimizando-se desta forma os problemas com a erosão, deslizamentos de terra e a inundação das partes mais baixas das cidades. No entanto, a função de infiltrar e drenar parte da água das chuvas tem relação estreita com os atributos físicos do solo.

Entre os atributos físicos do solo, a estrutura está diretamente relacionada com a formação e estabilidade dos agregados, os quais influenciam diretamente os atributos químicos, físicos e biológicos (Ribeiro et al., 2012). A estrutura do solo por meio de sua agregação determina a aeração, a infiltração, a drenagem, a retenção ou perda de nutrientes e a susceptibilidade à erosão (Ribeiro et al., 2012).

A formação dos agregados do solo ocorre por meio do arranjo das partículas unitárias areia, silte e argila, formando unidades compostas, através do processo de cimentação resultante da presença de íons e moléculas oriundos de processos físico, químicos e biológicos do solo (Ribeiro et al., 2012). Os principais fatores que favorecem a formação dos agregados do solo são o umedecimento e secagem, a expansão e contração, a ação física das raízes e de animais, a decomposição da matéria orgânica, ação de substâncias cimentantes produzidas por microrganismos e a presença de cátions adsorvidos ou na solução do solo (Brady & Weil, 2013).

Em relação às vias de formação, os agregados podem ser formados a partir de processos físicos e químicos e/ou processos biológicos, sendo denominados fisiogênicos quando por maior influência de reações físicas e químicas e biogênicos quando por maior ação de processos biológicos (Loss et al., 2014). A diferenciação

dos agregados é realizada em função de aspectos morfológicos, sendo os fisiogênicos angulares e/ou prismáticas, o que resulta da aproximação das partículas unitárias do solo em função dos ciclos de umedecimento e secagem, e pela ação dos agentes cimentantes do solo. Os agregados biogênicos são identificados por apresentarem formas arredondadas, relacionadas as atividades da fauna invertebrada, assim como, pela passagem pelo sistema intestinal das minhocas, somada a ação cimentante de exsudados das raízes das plantas (Batista et al., 2013; Loss et al., 2014).

Em relação à composição química, de modo geral, os agregados biogênicos possuem em relação aos fisiogênicos maiores teores de nutrientes, proporcionam maior proteção física da matéria orgânica e do carbono orgânico do solo e geralmente possuem maior estabilidade física em meio aquoso (Silva Neto et al., 2010). Segundo Loss et al. (2014) estas características tornam os agregados biogênicos sensíveis aos diferentes sistemas de uso e manejo do solo e por consequência potenciais indicadores de qualidade de solo. Entre os fatores que podem influenciar a formação e a composição química dos diferentes tipos de agregados, o tipo de vegetação é preponderante, principalmente pela ação mecânica das raízes e/ou pela excreção de substâncias com ação cimentante (Bronick & Lal, 2005).

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da vegetação arbórea e de gramíneas nas vias de formação e estabilidade dos agregados do solo, bem como nos atributos químicos e nas frações de carbono orgânico de agregados fisiogênicos e biogênicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área denominada Arvoredo do Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizada no município de Seropédica, RJ, a 22° 45' S e 43° 41' W, e à altitude de 33 m. O clima da região é tropical úmido Aw, de acordo com a classificação de Köppen e a pluviosidade anual média é de aproximadamente 1300 mm com temperatura média anual de 23 °C. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (Santos et al., 2018), localizado em área com relevo suave ondulado, utilizado como espaço de recreação, preservação e manutenção da fauna e flora. Em função de sua finalidade toda a área do Jardim Botânico é constantemente roçada e limpa com a retirada da grama cortada e de resíduos de podas das árvores, quando necessário.

Para o estudo foram selecionadas 8 áreas amostrais, à saber: 4 áreas sob influência de diferentes espécies arbóreas escolhidas aleatoriamente, Pau-Brasil (*Caesalpinia echinata*), Monguba (*Pachira aquática*), Seringueira (*Hevea brasiliensis*) e Camboatá (*Matayba guianensis*); e 4 áreas adjacentes as árvores ocupadas com diferentes espécies da família *Poaceae*, com predomínio de distintas espécies de *Brachiarias* (*Urocloa* sp.), capim Rabo-de-burro (*Andropogon bicornis* L.) e grama

Batatais (*Paspalum notatum*). Cada área amostral corresponde a uma repetição por cobertura vegetal (árvores e gramíneas).

A amostragem foi realizada nas camadas de 0-5 e 5-10 cm de profundidade, em dezembro de 2017. Em cada camada foram coletadas 5 amostras simples indeformadas, compondo uma amostra composta por área amostral, totalizando 16 amostras. Após a coleta, as amostras foram submetidas a tamisação com conjunto de peneiras de 9,7 e 8,0 mm, ainda no campo, sendo os agregados retidos nesse intervalo utilizados para a identificação das vias de formação. Os agregados foram secos ao ar e posteriormente pesados.

A contribuição relativa, em massa, de cada tipo de agregado foi determinada com a pesagem de 100 g de cada amostra de agregados. Após a pesagem, estes foram examinados sob lupa binocular e separados manualmente conforme metodologia adaptada por Pulleman et al. (2005) a partir dos padrões morfológicos estabelecidos por Bullock et al. (1985). Estes foram classificados em: fisiogênicos (via fisiogênica), e agregados biogênicos (via biogênica) (Figura 1).

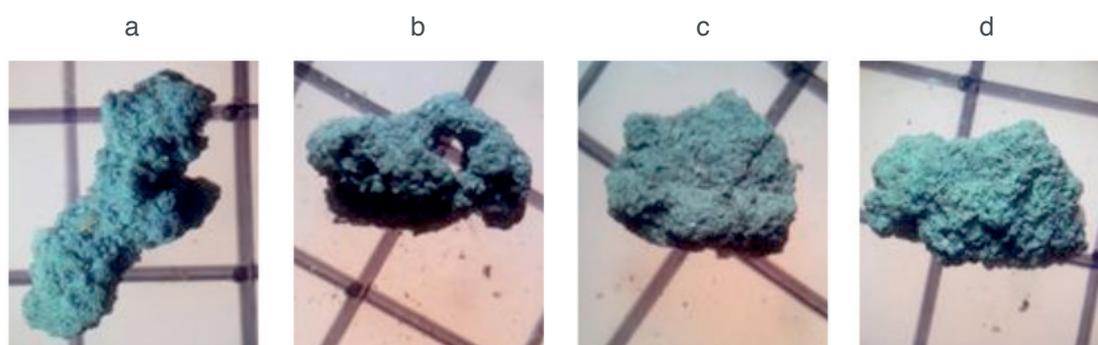


Figura 1. Agregados biogênicos sob as espécies arbóreas (a) e sob influência das espécies da família *Poaceae* (b); agregados fisiogênicos sob as espécies arbóreas (c) e sob influência das espécies da família *Poaceae* (d).

Foto: Autor.

Após a separação, uma parte das amostras de cada classe de agregados foi submetida à análise de estabilidade em água, utilizando-se a técnica de tamisação vertical, no aparelho de Yoder. A partir da massa de agregados foi calculado o diâmetro médio ponderado (DMP) dos agregados segundo Teixeira et al. (2017).

Outra parte foi destinada a caracterização dos atributos químicos e do carbono orgânico total (COT). Esta foi destorroada e passada por peneira de 2,00 mm de diâmetro de malha, obtendo-se assim a terra fina seca ao ar (TFSA). Neste material foram determinados os teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Al^{3+} , H^+ , Al , P e pH em água segundo Teixeira et al. (2017). Os teores de COT foram determinados por oxidação via úmida segundo Yeomans & Bremner (1988). O carbono lábil (CL) foi quantificado via oxidação com solução de KMnO_4 0,02 mol L^{-1} segundo o método "POXC" descrito por Weil et al. (2003). O fracionamento granulométrico foi realizado segundo Cambardella & Elliott (1992). O nitrogênio total (NT) dos agregados do solo foi determinado pelo

método de combustão a seco, em analisador elementar Perkin Elmer 2400 CHN (Nelson & Sommers, 1996; Sato et al., 2014).

Os resultados foram submetidos a análise descritiva (média e erro padrão, com n=4), uma vez que, este é um estudo mensurativo, realizado com o uso de pseudorepetições, e não atende aos pressupostos de um experimento convencional.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A agregação do solo foi influenciada pela cobertura vegetal, com predomínio de agregados biogênicos em relação aos fisiogênicos na área de vegetação arbórea nas duas camadas avaliadas (Figura 2a). Na área de ocorrência das espécies da família poácea foi verificada similaridade entre os tipos de agregados na camada de 0-5 cm no solo, e predomínio dos fisiogênicos sobre os biogênicos na camada de 5-10 cm. Na camada de 0-5 cm, na área das espécies arbóreas, os agregados biogênicos predominaram com 70,5%, em relação aos fisiogênicos com 29,5%. Na camada de 5-10 cm, sob as mesmas espécies, os agregados biogênicos apresentaram participação de 63% e os fisiogênicos 37%. Na área de poáceas foi observada uma distribuição uniforme para os agregados biogênicos e fisiogênicos na camada de 0-5 cm, com 49,5% para os biogênicos e 50,5% para os fisiogênicos, e predomínio dos fisiogênicos em relação aos biogênicos na camada de 5-10 cm, com 37,5% para os biogênicos e 62,5% para os fisiogênicos.

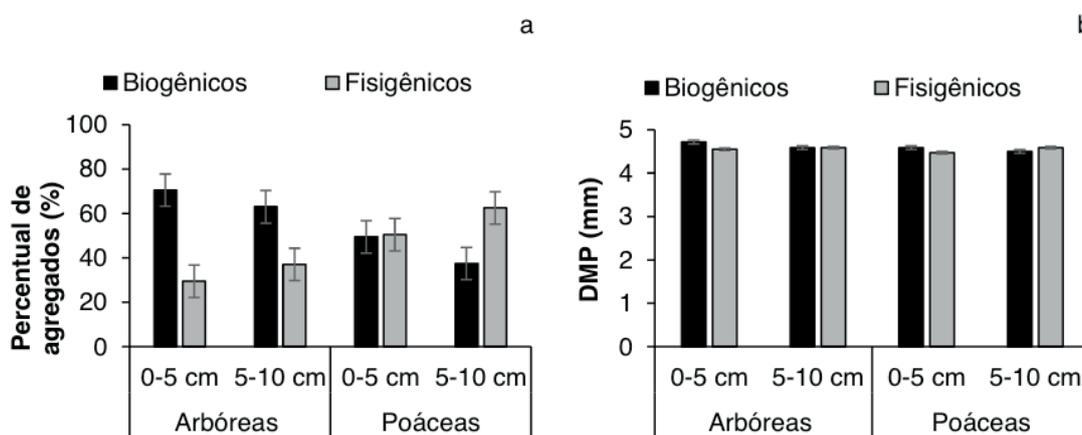


Figura 2. Proporção de agregados biogênicos e fisiogênicos (a) e diâmetro médio ponderado DMP (b) dos agregados de um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, sob influência de diferentes coberturas vegetais nas camadas de 0-5 e 5-10 cm profundidade.

Médias de 4 repetições com as barras dos erros padrão.

O predomínio de agregados biogênicos nas áreas sob a vegetação arbórea pode ser decorrente de um aporte maior e constante de matéria orgânica das espécies arbóreas em comparação às poáceas. Além disso, o sombreamento das árvores forma um microclima que favorece a preservação da umidade do solo. Essa condição

beneficia a atuação da fauna do solo, a qual influencia diretamente na formação e estabilização da agregação do solo, favorecendo a via de formação dos agregados biogênicos (Rilling & Mummey, 2006; Brady & Weil, 2013). A manutenção da umidade de forma mais constante sob as copas das árvores reduz a amplitude dos ciclos de secagem e umedecimento do solo, desfavorecendo a via de formação dos agregados fisiogênicos em detrimento aos biogênicos (Brady & Weil, 2013).

Padrão similar ao observado nesse estudo, maiores valores de agregados biogênicos em área sob vegetação arbórea e sem manejo agrícola também foram observados por Fernandes et al. (2017), avaliando fragmentos da mata Atlântica em diferentes estádios de regeneração. Estes autores também verificaram que os agregados biogênicos apresentaram valores de estoque de carbono orgânico total (COT) superiores aos fisiogênicos, reforçando a hipótese de que a adição permanente de matéria orgânica é um dos fatores preponderantes na gênese dos agregados biogênicos.

Não foi observada diferença para os valores de estabilidade de agregados (DMP) em função das vias de formação ou tipo de cobertura vegetal (Figura 2b). Os valores de DMP quantificados foram superiores a 4 mm, o que indica elevada estabilidade dos agregados tanto para os biogênicos quanto para os fisiogênicos, independentemente das espécies vegetais. Os valores de DMP dos agregados biogênicos e fisiogênicos observados neste estudo são corroborados pelos encontrados por Rossi et al. (2016) avaliando diferentes sistemas de manejo agroecológico, especialmente os resultados verificados no sistema agroflorestal. O padrão observado por Rossi et al. (2016) e o verificado nesse estudo demonstra os benefícios das espécies arbóreas e a ausência de revolvimento do solo em sua agregação. De acordo com Briedis et al. (2012) e Tivet et al. (2013) agregados com valores de DMP superiores a 2 mm indicam solos de boa qualidade e com condições físicas favoráveis no que diz respeito a aeração, infiltração e redistribuição de água e estabelecimento do sistema radicular das plantas.

Os atributos químicos do solo, avaliados apresentaram pequena variabilidade em relação aos tipos de agregados, bem como em função da vegetação (Tabela 1). Na camada de 0-5 cm destacam-se os teores de Ca^{+2} e P que foram maiores nos agregados biogênicos sob a vegetação arbórea em comparação aos verificados na área de poáceas. Na camada de 5-10 cm foram verificados valores similares para os atributos químicos similares entre os agregados biogênicos e fisiogênicos, independente da cobertura vegetal.

O aumento do teor de Ca^{2+} nos agregados biogênicos pode ser um dos fatores que favorecem a sua formação em comparação aos fisiogênicos. O Ca^{+2} atua como agente floculante favorecendo a união das partículas unitárias. Maiores valores de Ca^{2+} nos agregados biogênicos em comparação aos fisiogênicos foram observados por Loss et al. (2014), avaliando diferentes combinações de rotação de culturas em sistema de integração lavoura-pecuária e uma área de vegetação de cerrado. Os

autores verificaram ainda que todos os atributos químicos dos agregados biogênicos foram superiores em relação aos fisiogênicos.

COB VEG	BIO	FIS	BIO	FIS	BIO	FIS	BIO	FIS
	0-5 cm							
	pH		Ca ²⁺		Mg ²⁺		Na ⁺	
	H ₂ O		cmol _c dm ⁻³					
ARB	5,07	5,07	3,90	2,65	1,90	2,05	0,01	0,01
	±0,25	±0,08	±0,64	±0,61	±0,19	±0,25	±0,00	±0,00
POA	5,23	5,24	2,05	2,05	2,62	2,07	0,01	0,01
	±0,13	±0,11	±0,23	±0,33	±0,10	±0,17	±0,00	±0,00
	Al ³⁺	H + Al		K ⁺		P		
			cmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³	
ARB	0,10	0,08	11,70	10,85	0,08	0,06	17,25	12,95
	±0,02	±0,02	±0,84	±0,87	±0,01	±0,01	±1,16	±1,74
POA	0,08	0,12	9,16	8,62	0,05	0,04	9,60	10,55
	±0,01	±0,03	±0,18	±0,13	±0,01	±0,01	±0,97	±0,70
5-10 cm								
	pH		Ca ²⁺		Mg ²⁺		Na ⁺	
	H ₂ O		cmol _c dm ⁻³					
ARB	5,05	5,02	1,85	1,37	1,93	1,50	0,01	0,01
	±0,10	±0,15	±0,39	±0,15	±0,25	±0,24	±0,00	±0,00
POA	5,04	5,04	1,53	1,28	1,93	1,85	0,01	0,01
	±0,07	±0,18	±0,12	±0,15	±0,02	±0,24	±0,01	±0,00
	Al ³⁺	H + Al		K ⁺		P		
			cmol _c dm ⁻³				mg dm ⁻³	
ARB	0,11	0,13	10,52	9,69	0,04	0,04	10,08	10,08
	±0,04	±0,06	±0,91	±1,04	±0,00	±0,01	±1,26	±1,11
POA	0,16	0,16	7,84	7,47	0,03	0,03	9,21	8,88
	±0,01	±0,05	±0,82	±0,70	±0,00	±0,01	±0,24	±0,19

COV VEG: Cobertura vegetal; ARB: Espécies arbóreas; e POA: Família *Poaceae*.

Médias de 4 repetições e desvio padrão da média.

Tabela 1. Atributos químicos de agregados biogênicos (Bio) e fisiogênicos (Fis) de um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, sob influência de diferentes coberturas vegetais nas camadas de 0-5 e 5-10 cm de profundidade.

Os teores NT e COT apresentaram variação em função da cobertura vegetal e do tipo de agregados do solo, sendo os maiores valores observados nos agregados biogênicos da camada superficial sob a vegetação arbórea (Figura 3 a, b). Na camada de 0-5 cm sob a vegetação arbórea o teor NT nos agregados biogênicos foi

de $3,76 \text{ g kg}^{-1}$, ao passo que nos agregados fisiogênicos foi de $2,56 \text{ g kg}^{-1}$. Na área de poáceas os teores de NT variaram de $1,67$ a $1,70 \text{ g kg}^{-1}$ nos agregados biogênicos e fisiogênicos, respectivamente. Na camada de 5-10 cm sob a vegetação arbórea o teor NT nos agregados biogênicos foi de $1,88 \text{ g kg}^{-1}$, e nos agregados fisiogênicos $1,24 \text{ g kg}^{-1}$; sob as poáceas os valores foram $1,78$ e $1,87 \text{ g kg}^{-1}$ nos agregados biogênicos e fisiogênicos, respectivamente.

Quanto aos teores COT, na camada de 0-5 cm, na área de vegetação arbórea foram observados valores da ordem de $44,7 \text{ g kg}^{-1}$ nos agregados biogênicos $34,1 \text{ g kg}^{-1}$ nos fisiogênicos. Na área de poáceas os teores de COT estiveram entre $32,8$ e $28,3 \text{ g kg}^{-1}$ nos agregados biogênicos e fisiogênicos, respectivamente. Na camada de 5-10 cm na área de arbórea foram verificados teores de $31,1 \text{ g kg}^{-1}$ nos agregados biogênicos e $28,6 \text{ g kg}^{-1}$ nos fisiogênicos; já na área das poáceas os valores estiveram entre $25,5$ e $22,7 \text{ g kg}^{-1}$ nos agregados biogênicos e fisiogênicos, respectivamente.

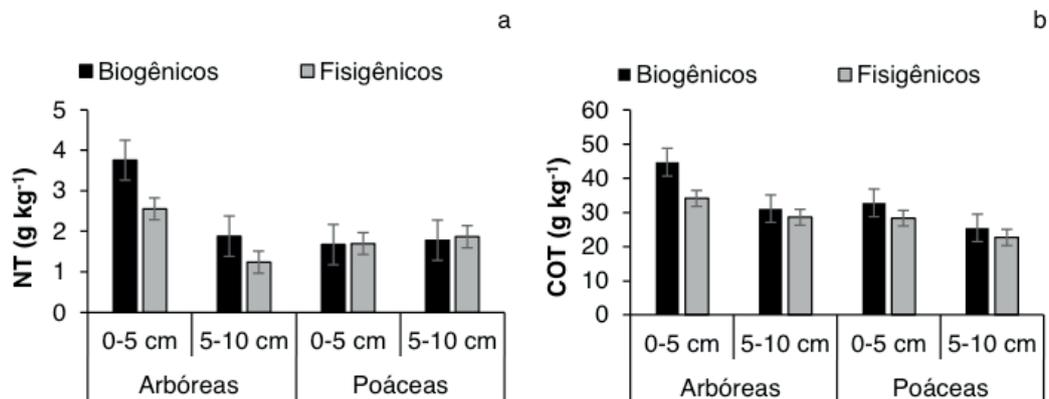


Figura 3. Nitrogênio total – NT (a), carbono orgânico total – COT (b) de agregados biogênicos e fisiogênicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, sob diferentes coberturas vegetais nas camadas de 0-5 e 5-10 cm de profundidade.

Médias de 4 repetições com as barras dos erros padrão.

Os resultados dos teores de NT e COT mostram que os agregados biogênicos favorecem o acúmulo de NT e COT, em relação aos fisiogênicos, especialmente na camada superficial do solo. A superioridade da via de formação dos agregados biogênicos em detrimento aos fisiogênicos associado aos maiores teores de NT e COT nestes agregados é um indicador de que a presença de espécies arbóreas é de fundamental importância para a conservação do solo e no estoque de carbono no solo.

O aporte de matéria orgânica constante pelas copas das árvores, associado à ciclagem de nutrientes e ao microclima formado pelas copas das árvores provavelmente sejam os fatores determinantes no aumento dos teores de NT e COT nestas áreas. Elevados teores de COT nos agregados biogênicos em relação aos fisiogênicos foi relatado por Batista et al. (2013); Loss et al. (2014); Silva Neto et al. (2016) e Fernandes et al. (2017), avaliando áreas com diferentes coberturas vegetais.

Quanto aos teores de carbono orgânico particulado (COp), carbono orgânico associado aos minerais (COam) e o carbono lábil (CL) verificou-se que os maiores valores ocorreram nos agregados biogênicos na área de vegetação arbórea na camada de 0-5 cm de profundidade (Figura 4 a, b, c). Na camada de 0-5 cm, sob a vegetação arbórea foram observados valores de 24,1 e 17,1 g kg⁻¹ de COp nos agregados biogênicos e fisiogênicos, respectivamente; na camada de 5-10 cm os agregados biogênicos apresentaram valores de 13,7 g kg⁻¹ e os fisiogênicos de 10,0 g kg⁻¹ de COp.

Na área de poáceas na camada de 0-5 cm quantificaram-se valores de COp de 16,5 g kg⁻¹ nos agregados biogênicos e 15,1 g kg⁻¹ nos fisiogênicos. Para a camada de 5-10 cm o teor de COp esteve entre 13,1 e 8,9 g kg⁻¹ nos agregados biogênicos e fisiogênicos, respectivamente. A superioridade dos valores de COp nos agregados biogênicos em comparação aos fisiogênicos observada neste estudo é um indicativo de que esta classe de agregados proporciona maior estabilização e proteção desta fração do carbono no solo em comparação aos agregados fisiogênicos.

Segundo Bayer et al. (2004), o acúmulo do COp torna-se maior em função do tempo de não revolvimento do solo, o que se observa por exemplo em área de sistema plantio direto. Valores de COp similares aos observados neste estudo foram verificados por Loss et al. (2014) em áreas sob floresta secundária e pastagem na região sudoeste do Paraná, ambas com mais de 30 anos de estabelecimento.

Para os valores de COam quantificou-se 20,6 g kg⁻¹ nos agregados biogênicos e 17,0 g kg⁻¹ nos agregados fisiogênicos na camada de 0-5 cm na área de vegetação arbórea. Já na camada de 5-10 cm nessa mesma área foram verificados valores entre 17,5 e 18,5 g kg⁻¹ de COam nos agregados biogênicos e fisiogênicos, respectivamente. Sob as poáceas, na camada de 0-5 cm foram verificados 16,3 g kg⁻¹ de COam nos agregados biogênicos e 13,1 g kg⁻¹ nos agregados fisiogênicos, ao passo que na camada de 5-10 cm os valores de COam foram de 12,7 e 13,8 g kg⁻¹ nos agregados biogênicos e fisiogênicos, respectivamente. Loss et al. (2014) afirmam que os elevados valores de COam em áreas de floresta secundária e pastagem são resultantes da constante adição de serapilheira na área de floresta secundária e em função da renovação do sistema radicular fasciculado na área de pastagem.

O CL nos agregados na área de arbóreas foi de 0,88 g kg⁻¹ nos biogênicos e 0,73 g kg⁻¹ nos fisiogênicos na camada de 0-5 cm de profundidade; na camada de 5-10 cm foram observados valores de 0,61 e 0,44 g kg⁻¹ de CL nos agregados biogênicos e fisiogênicos, respectivamente. Na área de poáceas, o padrão observado para o CL foi de valores de 0,64 (via biogênica) e 0,61 g kg⁻¹ (via fisiogênica) na camada de 0-5 cm e 0,56 (biogênicos) e 0,61 g kg⁻¹ (fisiogênicos) na camada de 5-10 cm de profundidade.

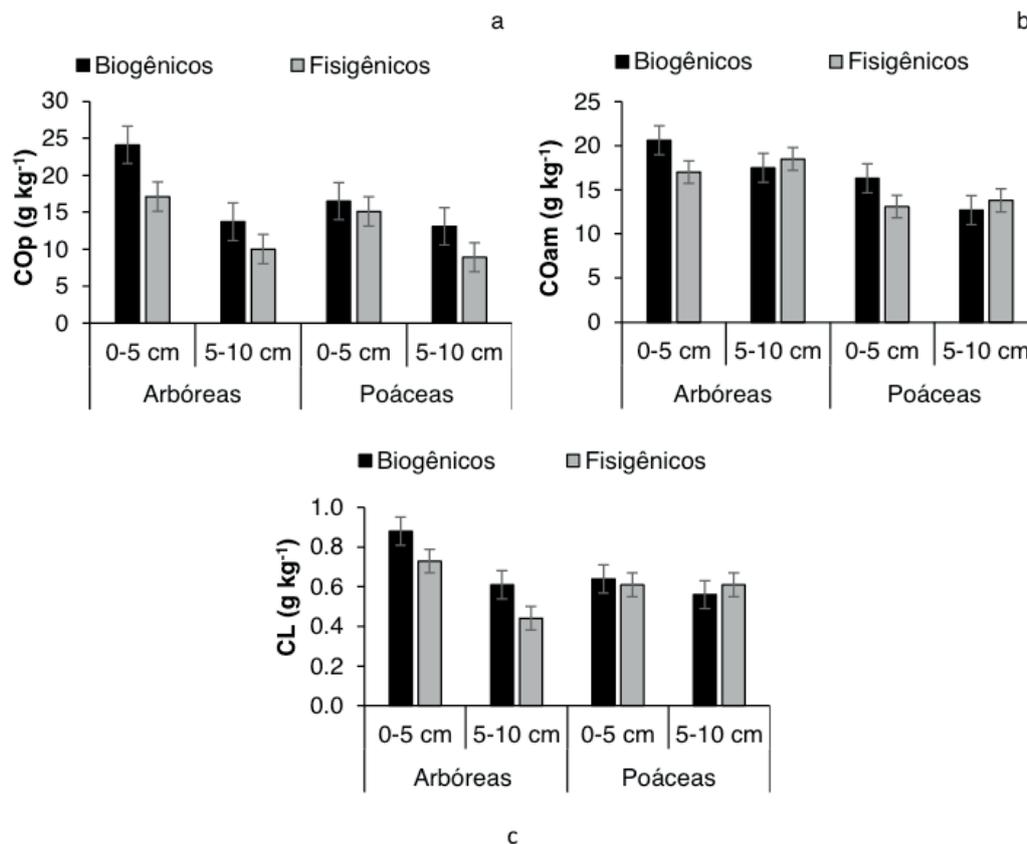


Figura 4. Carbono orgânico particulado – COp (a); carbono orgânico associado aos minerais – COam (b) e carbono lábil – CL (c) de agregados biogênicos e fisiogênicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, sob influência de diferentes coberturas vegetais nas camadas de 0-5 e 5-10 cm de profundidade.

Médias de 4 repetições com barras dos erros padrão.

Para as três frações de C avaliadas (COp, COam e CL) verificou-se que os maiores valores ocorreram nos agregados biogênicos da camada de 0-5 cm de profundidade na área de arbóreas. O aumento das três frações de C nos agregados biogênicos em relação aos fisiogênicos, associado ao fato de os agregados biogênicos predominarem no solo (Figura 2) reforça a hipótese de que o aporte constante de matéria orgânica e a ação dos organismos decompositores em função do microclima proporcionado pelo sombreamento das árvores favorece a via de formação dos agregados biogênicos.

Os resultados indicam que a gênese de agregados biogênicos, principalmente nas áreas sob espécies arbóreas, favoreceu a proteção e estabilização do carbono e nitrogênio do solo, assim como se apresentam como potenciais reservatórios de nutrientes e das três frações de carbono avaliadas.

4 | CONCLUSÃO

As espécies arbóreas favorecem a via de formação de agregados biogênicos em relação as poáceas, principalmente na camada superficial do solo.

O DMP dos agregados não é influenciado pelo tipo de agregado, nem tampouco pela vegetação arbórea e espécies da família *Poaceae*.

Os agregados biogênicos do solo sob espécies arbóreas favorecem a estabilização e proteção do NT, COT, COp, COam e CL em relação aos agregados fisiogênicos.

REFERÊNCIAS

- BATISTA, I.; CORREIA, M.E.F.; PEREIRA, M.G.; BIELUCZYK, W.; SCHIAVO, J.A.; MELLO, N.A. Caracterização dos agregados em solos sob cultivo no cerrado, MS. **Semina. Ciências agrárias**, 33:1-10, 2013.
- BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 39:677-683, 2004.
- BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 790p.
- BRIEDIS, C.; SÁ, J.C.M.; CAIRES, E.F.; NAVARRO, J.F.; INAGAKI, T.M.; BOER, A.; NETO, C.Q.; FERREIRA, A.O.; CANALLI, L.B.; SANTOS, J.B. Soil organic matter pools and carbon-protection mechanisms in aggregates classes influenced by surface liming in a no-till system. **Geoderma**, 170:80-88, 2012.
- BRONICK, C.J.; LAL, R. Soil structure and management: a review. **Geoderma**, 124:3-22, 2005.
- BRUSSAARD, L.; PULLEMAN, M.M.; OUÉDRAOGO, É.; MANDO, A.; SIX, J. Soil fauna and soil function in the fabric of the food web. **Pedobiologia**, 50:447-462, 2007.
- BULLOCK, P.; FEDEROFF, N.; JONGERIUS, A.; STOOPS, G.; TURSINA, T. **Handbook for soil thin section description**. Albrighton, England: Waine Research Publications. 1985. 152p.
- CAMBARDELLA, C.A.; ELLIOTT, E.T. Particulate soil organicmatter changes across a grassland cultivation sequence. **Soil Science Society of American Journal**, 56:777-783, 1992.
- FERNANDES, J.C.F.; PEREIRA, M.G.; SILVA NETO, E.C.D.A.; CORREA NETO, T. A. Characterization of biogenic, intermediate and physicogenic soil aggregates of areas in the Brazilian Atlantic Forest. **Revista Caatinga**, 30:59-67, 2017.
- LOSS, A.; PERERIA, M.G.; COSTA, E.L.; BEUTLER, S.J. Soil fertility, physical and chemical organic matter fractions, natural ^{13}C and ^{15}N abundance in biogenic and physicogenic aggregates in areas under different land use systems. **Soil Research**. 52:685-697, 2014.
- NELSON, D.W.; SOMMERS, L.E. Total carbono, organic carbono and organic matter. p. 961-1010. In: BLACK, C.A., ed. **Methods of soil analysis**. Part 3. Chemical methods. Soil Science of America and American Society of Agronomy, Madison, WI, USA, 1996.
- OKSANEN, J., BLANCHET, F. G., KINDT, R., LEGENDRE, P., MINCHIN, P. R., O'HARA, R. B. & WAGNER, H. **Vegan: Community ecology package**. R package version, 117-118, 2011.
- PULLEMAN, M.M.; SIX, J.; MARINISSEN, J.C.Y.; JONGMANS, A.G.; Earthworms and management affect organic matter incorporation and microaggregate formation in agricultural soils. **Applied Soil Ecology Amsterdam**, 29:1-15, 2005.

RIBEIRO, M.R.; OLIVEIRA, L.B.; ARAÚJO FILHO, J.C. **III Caracterização morfológica do solo**. In: KER, J.C.; CURTI, N.; SCHAEFER, C.E.G.; VIDAL-TORRADO, P. Pedologia: fundamentos. Visoça, MG: SBCS, 2012.

RILLING, M.C.; MUMMEY, D.L. Mycorrhizas and soil structure. **New Phytol.**171:41-53, 2006.

ROSSI, C.Q.; PEREIRA, M.G.; MOURA, O.V.T.; ALMEIDA, A.P.C. Vias de formação, estabilidade e características químicas de agregados em solos sob sistemas de manejo agroecológico, Pesq. agropec. bras., Brasília, 51:1677-1685, 2016.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356p.

SATO, J.H.; FIGUEIREDO, C.C.; MARCHAO, R.L.; MADARI, B.E.; BENEDITO, L.E.C.; BUSATO, J.G.; SOUZA, D.M. Methods of soil carbon determination in Brazilian savannah soil. **Scientia Agrícola**, Brasília, 71:302-308, 2014.

SILVA NETO, L. F; PEREIRA, M.G; FERNANDES, J. C. F; CORRÊA NETO, T. A. Formação de agregados e matéria orgânica do solo sob diferentes tipos de vegetação na Floresta Atlântica do Sudeste do Brasil. **Semina: Ciência agrárias**. Londrina, 37:3927-3940, 2016

SILVA NETO, L.F; SILVA, I.F; INDA, A.V; NASCIMENTO, P.C; BORTOLO, L. Atributos físicos e químicos de agregados pedogênicos e de coprólitos de minhocas em diferentes classes de solos da Paraíba. **Ciência Agrotécnica**. 4:1365-1371, 2010.

TEIXEIRA, P.C.; DONAGEMA, G.K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W.G. (Org.). **Manual de métodos de análise de solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2017. 573p.

TIVET, F.; SÁ, J.C.M.; LAL, R.; BRIEDIS, C.; BORSZOWSKI, P.R.; SANTOS, J.B.; FARIAS, A., EURICH, G.; DA CRUZ HARTMAN, D.; JUNIOR, M.N. Aggregate C depletion by plowing and its restoration by diverse biomass-C inputs under no-till in sub-tropical and tropical regions of Brazil. **Soil and tillage research**, 126:203-218, 2013.

WEIL, R.R.; ISLAM, K.R.; STINE, M.A.; GRUVER, J.B.; SAMSON-LIEBIG, SE. Estimativa de carvão activo para a avaliação da qualidade do solo: um método simplificado para laboratório e campo uso. **American Journal of Alternative Agriculture**. 18:3-17, 2003.

YEOMANS, J.C.; BREMNER, J.M. **A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil**. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 19:1467-1476, 1988.

SOBRE O ORGANIZADOR

Leonardo Tullio - Engenheiro Agrônomo (Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais- CESCAGE/2009), Mestre em Agricultura Conservacionista – Manejo Conservacionista dos Recursos Naturais (Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR/2016). Atualmente, doutorando em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná – UFPR, é professor efetivo do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE. Tem experiência na área de Agronomia e Geotecnologia. E-mail para contato: leonardo.tullio@outlook.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adubação fosfatada 148, 152, 153, 155, 157
Adubação verde 119, 120, 123, 124, 126, 127, 128, 129
Agregados biogênicos 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11
Aminoácidos 116, 216, 217, 219, 220, 221, 223, 224

B

Bactérias diazotróficas 130, 136

C

Caracterização agronômica 205
Citrullus lanatus 197, 198
Compactação 13, 18, 101

D

Descritores agronômicos 205
Diagnose visual 111, 112, 113
Drenagem 2, 25, 28, 29, 30, 34, 35, 36, 48, 49, 52, 89, 114, 152, 156

E

Educação em solos 59
Erodibilidade 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 57
Eruca sativa 67, 68, 71, 72
Espécie florestal 75, 76, 112
Estrutura do solo 1, 2, 18, 19, 21, 61
Extratos vegetais 158

F

Fertilizante orgânico 148
Fixação biológica 119, 120, 121, 131, 137, 138

G

Genótipo 141, 143, 144, 167, 168, 182, 186, 195, 208, 212, 213, 219, 222
Germinação 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 86, 94, 107, 108, 109, 110, 199
Glycine max 130, 131, 137, 224

H

Hidroponia 112
Hortaliças 36, 67, 68, 71, 72, 204, 205, 206, 207, 209, 210, 212, 213, 215

I

Infiltração 2, 6, 13, 14, 15, 18, 20, 22, 34, 50, 51, 52, 53, 120

Ipomoea batatas L. 204, 205

N

Nitossolo vermelho 157, 182, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195

Nutrição de plantas 59, 118

Nutrição mineral 111, 112, 113, 199

P

Parâmetros genéticos 205, 207, 208, 209

Perda de solo 14, 19, 20, 46, 49, 50, 52, 55, 56

Plantio direto 9, 11, 18, 23, 24, 66, 119, 128, 129, 137, 138, 157

Pratylenchus brachyurus 166, 167, 168, 169

Preservação 3, 5, 38, 39, 40, 43, 55, 60

Produção de grãos 130, 135, 136

Q

Qualidade de mudas 72, 84, 86, 102, 104

R

Resistência genética 166

S

Sistemas agroflorestais 182, 183, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195

Solos arenosos 25

Sombreamento 5, 10, 53, 89, 182, 187, 195, 197, 198, 200, 201, 202, 203

Sorghum bicolor 166, 167

Substratos orgânicos alternativos 67, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 91

Sucessão de culturas 119, 149

Susceptibilidade a erosão 22, 25, 36

T

Taxas fotossintéticas 186, 187, 188, 190, 192, 193, 195, 197, 198, 201

Transgênicos 216

V

Valor nutricional 71, 217

Variabilidade 6, 22, 25, 26, 27, 57, 139, 142, 147, 169, 184, 204, 205, 208, 211, 212, 213, 214, 215

Voçorocas 46, 47, 52, 54, 55, 56

Z

Zea mays 55, 139, 140, 146

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-717-8



9 788572 477178